ÜBER DAS

SPEZIFISCHE GEWICHT DES ZELLSAFTES

UND

SEINE BEDEUTUNG.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYR. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT

AM 12. JULI 1900

VON

GUSTAV WALCK
AUS NEW-YORK.

WÜRZBURG.
KGL. UNIVERSITÄTS-DRUCKEREI VON H. STÜRTZ.
1900.

MEINEN

LIEBEN ELTERN

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET.

Nachstehende Arbeit wurde vom Frühjahr 1899 bis Ende Sommersemester 1900 im Laboratorium des botanischen Instituts zu Würzburg auf Veranlassung des Herrn Professor Dr. Gregor Kraus ausgeführt.

Mit Freuden erfülle ich die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer,

Herrn **Prof. Dr. G. Kraus,**

für die Anregung zu dieser Arbeit sowie für die zuvorkommende Unterstützung bei Ausführung derselben meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549806_0009

Es war mir die Aufgabe gestellt worden, das spezifische Gewicht des Zellsaftes einer erneuten Untersuchung zu unterwerfen und dabei auch Beziehungen desselben zu bestimmten Lebensvorgängen wenn möglich festzustellen. Bei der hohen Bedeutung, welche die Saftkonzentration für einen Grundvorgang im Zellleben, nämlich die Osmose hat, war von vorneherein zu erwarten, dass die Konzentration nicht bloss in verschiedenen Pflanzenteilen nach bestimmten Gesichtspunkten wechselt, sondern auch bei den verschiedenen Funktionen Änderungen erleidet. Was ich in dieser Beziehung gefunden habe, ist in einzelnen Kapiteln, die aus der Überschrift von selbst verständlich sind, behandelt. Die Methode, der ich mich bediente, ist im Schlusskapitel genau dargestellt.

Im übrigen schliesst sich die Arbeit ganz an die von Kraus (Wasserverteilung in der Pflanze II. 1880) an.

1. Grenzen der Saftkonzentration.

Ähnlich wie sich zum Beispiel die Zellgrösse bei den Pflanzen oder in den einzelnen Geweben bei allen individuellen Schwankungen in einem gewissen Mittel erhalten, so schwankt auch die Konzentration des Zellsaftes durch den ganzen Pflanzenkörper um eine gewisse Grenze. Die Konzentration nach oben wie auch die Verdünnung nach unten darf einen gewissen Grad nicht überschreiten, wenn die Zellflüssigkeit noch mit dem Protoplasma und den lebendigen Bestandteilen in wirksamen Wechsel bleiben soll und nicht Veränderungen, die zum Tod führen, resultieren sollen. Es lässt sich a priori

denken, dass es eine bestimmte Höhe der Konzentration eben so sehr als eine bestimmte Dilution des Zellsaftes gibt, welche in Berührung mit dem Protoplasma lebensschädlich wirkt. Wenn auch zur Zeit kein Grund angegeben werden kann, warum es so ist: Thatsache bleibt, dass sowohl nach den Untersuchungen von Kraus als nach den hier vorliegenden kein Zellsaft gefunden worden ist, der schwerer als 1,099 und keiner, der leichter als 1,007 gewesen wäre.

Das grösste Saftgewicht fand ich im Rhizom von Perlzwiebel mit 1,09 und das geringste am 12. Mai an der Stengelbasis von Heracleum mit 1,007. Nach meinen Daten bewegen sich also die Schwankungen um mehr als das Zehnfache.

Dass diese gefundenen Zahlen, wenn sie auch nach oben und unten noch kleine Änderungen erfahren könnten, doch schon brauchbare Grenzzahlen darstellen werden, geht daraus hervor, dass Kraus ganz ähnliche Zahlen gefunden. Die höchst gefundene Zahl desselben bei den Früchten von Lonicera tatarica war 1,08 und die geringste im Mark vom Tabak 1,009. Auf der Unterseite eines geotropisch gekrümmten Daturastengels fand sich 1,0059 (Kraus, Wasserverteilung II. Seite 13). Wo die gleichen Objekte untersucht wurden, haben sich obwohl der Untersuchungsort ein ganz verschiedener war, oft ganz gleiche Zahlen gefunden.

Diese Saftgewichte entsprechen nur wenigen Prozent fester Substanz, so hat z. B. der Saft des Cannastengels bei einem spez. Gewicht von 1,0120 einen Trockensubstanzgehalt von 1,84 %. Der Blattsaft von Sedum altissimum enthält 2,12 %, der von Mesembryanthemum linguaeforme 2,2, der von Sempervivum Pittoni 3,5 % festen Inhalts. Das spez. Gewicht der hierher gehörigen Säfte ist aus der Succulenten-Tabelle bei den Blättern zu ersehen.

Im Gegensatz dazu ist bei der Johannisbeere, wo wir 1,037 Saftgewicht gefunden haben, ein Trockengewicht von 12,0 bis 12,9 % in der Litteratur notiert. Bei der Kirsche in dem Saftgewichte von 1,064 18 % Trockensubstanz (Koenig, Chemie der menschl. Nahrungs- und Genussmittel Band I, 1889, Seite 782).

Es ist nun nicht ohne Interesse, dagegen zu halten, dass

der Holzsaft, der Ahorn- und Birkensaft immerhin auch einige Prozente fester Substanz enthält. Der Ahorn im Maximum 3,71 und Minimum 1,15% (Schröter in Pringsheims Jahrbücher Band VII, Seite 293). Diese Säfte müssen hoch konzentriert gelten gegenüber den Blutungssäften krautartiger Pflanzen. Man vgl. Pfeffer, Pflanzenphysiologie, II. Auflage, Band I, Seite 244. Bodenwasser hat im Durchschnitt 0,01 bis 0,03% festen Rückstand (Pfeffer, ebenda Seite 152). Die Pflanze muss also bis zur Zellsaftgewinnung, wenn man so sagen darf, das Bodenwasser auf das hundertfache konzentrieren.

2. Saftgewicht im wachsenden Spross.

Die hier verwendeten Sprosse sind entweder die ganzen Stengel krautartiger Pflanzen vom Boden bis zur Gipfelknospe oder die wachsenden Triebe von Holzpflanzen soweit sie im Frühling sich entwickeln. An denselben wurden die Gipfelknospen und Blätter entfernt und das Ganze, dessen Länge jedesmal in der Tabelle angegeben ist, in gleich lange Stücke geteilt.

Der erhaltene Gesamtsaft besteht wesentlich aus dem Safte des Markes und der Rinde. Das erstere liefert jedenfalls gewöhnlich den Hauptteil dazu. Nach den Zahlen, welche in Nr. 3 und 4 der Tabelle gegeben sind, wo der Gesamtspross und das Mark allein analysiert sind, lässt sich annehmen, dass das Mark den diluierteren Anteil liefert.

Die niedrigsten Zahlen, welche ich erhalten habe, gleichen denen, welche der Saft fleischiger Blätter liefert. Es können aber auch höhere Saftgewichte im Stengel erreicht werden, wie dies bei Menispermum canadense der Fall ist, wo der Saft fast doppelt so konzentriert erscheint als bei Polygonum cuspidatum. Kraus hat bei Anthriscus silvestris noch höhere Zahlen erhalten (Wasserverteilung pag. 26, 33). Im übrigen ist doch die grosse Übereinstimmung der Zahlen bei verschiedenen Pflanzenarten nicht zu verkennen.

Hinsichtlich des Ganges der Konzentrationsänderung in der verschiedenen Höhe des wachsenden Stengels können wir

uns kurz fassen. Die Tabelle liefert einfach eine Bestätigung dessen, was Kraus seiner Zeit gefunden: „Das Saftgewicht nimmt im wachsenden Stengel von oben nach unten stetig ab.“ Trockengewichtsbestimmungen vom Saft, die Kraus gemacht, bestätigen das. Canna hat im jüngsten Internodium 2,6 im ältesten 1,84 % Trockensubstanz.

Bekanntlich zeigt ja auch die einfache anatomische Betrachtung von Schnitten aus verschiedener Höhe wachsender Teile, dass der Saftraum von oben nach unten immer grösser wird. Ein Blick auf das Bild, das Sachs auf einer der ersten Seiten des Lehrbuchs gegeben hat, zeigt dies ohne weiteres.

Das Zustandekommen dieser Diluierung ist a priori auf verschiedene Weise denkbar. Zunächst einmal könnte die Abnahme der Konzentration von oben nach unten das Resultat des Verbrauchs von gelösten Inhaltsstoffen, wie er beim Wachsen der Zellhaut selbstverständlich ist, sein. Ebensogut erhielte man das gewonnene Resultat, wenn die Inhaltsstoffe der Zelle ganz unverändert blieben und fortwährend beim Wachsen Wasser in die Zelle eintrete. Das letztere ist gewiss der Fall, da der Wassergehalt der Internodien sich absolut vermehrt. Im übrigen zeigen die Bestimmungen von Zucker und Eiweiss im wachsenden Internodium, wie sie Kraus ausgeführt hat, dass der Gang des quantitativen Stoffwechsels nicht so einfach ist. Es zeigt sich z. B., dass der Prozentgehalt des Zuckers in wachsenden Internodien erst zu, dann abnimmt. Zur Illustrierung will ich ein Beispiel anführen, das Kraus von dem Zucker- und Eiweissgehalt im wachsenden Mark von Nicotiana gegeben hat (Wasserverteilung II, S. 30).

	% Zucker	% Eiweiss
I. oben	2,020	0,110
II.	2,543	0,104
III.	1,704	0,103
IV.	1,676	0,109
V.	1,792	0,086
VI.	2,066	0,071
VII.	2,416	0,122
VIII.	2,314	0,119

Hinsichtlich des Säuregehaltes habe ich eine grössere Reihe von Aciditätsbestimmungen gemacht, die auch nur zeigen, dass der Säuregehalt ganz allgemein prozentisch abnimmt. Ein Paar Beispiele mögen hier angeführt sein.

1. Vicia Faba, grüne Pflanze, im Warmhaus getrieben, entblättert, in vier Teile zerlegt, jeder Teil ca. 13 cm lang. Gewicht I = 7,25. II = 9,61. III = 11,45. IV = 13,85 g. 2 ccm Saft wurden mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 5,1 ccm Laugenverbrauch.
II. = 4,6 „ „
III. = 4,5 „ „
IV. = 4,3 „ „

2. Dieselbe Pflanze, etioliert, im Warmhaus getrieben, entblättert, in vier Teile zerlegt, jeder Teil ca. 13 cm lang Gewicht: I = 7,45. II = 12,60. III = 14,80. IV = 16,90 g. 2 ccm Saft wurden mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 5,0 ccm Laugenverbrauch.
II. = 4,8 „ „
III. = 4,4 „ „
IV. = 4,4 „ „

3. Mirabilis Jalapa, etiolierte Triebe, im Winter im Warmhaus erzogen, in vier Teile zu je 20 cm geteilt. Gewicht: I = 27,0. II = 28,50. III = 45,80. IV = 53,65 g. 1 ccm Saft wurde mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 1,7 ccm Laugenverbrauch.
II. = 1,2 „ „
III. = 1,0 „ „
IV. = 0,8 „ „

4. Pisum sativum, Keimlinge, in vier Teile zu je 8 cm geteilt. 2 ccm Saft wurden mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert. Gewicht: I = 4,40. II = 5,75. III = 6,65. IV = 7,85 g.

I. oben = 7,9 ccm Laugenverbrauch.
II. = 7,6 „ „
III. = 6,5 „ „
IV. = 5,8 „ „

5. Phaseolus multiflorus, Keimlinge aus dem Warmhaus, ca. 32 cm lang, in vier gleiche Teile geteilt. Gewichte der Teile: I = 3,75. II = 7,65. III = 13,70. IV = 19,02 g. 1 ccm Saft wurde mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 2,5 ccm Laugenverbrauch.
II. = 2,0 „ „
III. = 1,8 „ „
IV. = 1,55 „ „

6. Lupinus angustifolius, Keimlinge, ca. 16 cm lang, in vier gleiche Teile zerlegt. Gewicht der Teile: I = 2,65. II = 4,55. III = 5,45. IV = 9,15 g. 1 ccm Saft mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 2,6 ccm Laugenverbrauch.
II. = 2,2 „ „
III. = 2,1 „ „
IV. = 2,2 „ „

7. Dieselbe Pflanze, etiolierte Keimlinge, im Warmhaus getrieben, entblättert, in vier Teile zu je 5 cm geteilt. Die Teile von II bis IV sind unter den Cotylen. Gewicht: I = 4,50. II = 7,80. III = 11,50. IV = 36,45 g. 2 ccm Saft wurden mit 60 ccm destilliertem Wasser verdünnt und titriert.

I. oben = 6,0 ccm Laugenverbrauch[1]).
II. = 5,0 „ „
III. = 3,5 „ „
IV. = 3,2 „ „

Allein das alles zeigt doch nur, dass die Säure relativ abnimmt, ob durch absolute Abnahme der Säure oder durch Zutreten von Wasser ist damit nicht entschieden.

[1]) Bei I wurde nur 1 ccm Saft gewonnen und auf 2 ccm berechnet.

Saftgewicht im wachsenden Spross.

Nr.	Namen der Pflanze	Zeit der Analyse	Länge des Stengels	Spezifisches Gewicht				Bemerkungen
				I.	II.	III.	IV.	
1	Polygonum cuspidatum	5. Mai	90 cm	1,014	1,013	1,012	—	
2	do.	9. Mai	92 cm	1,015	1,014	1,013	1,012	
3	Sambucus nigra	25. Mai	80 cm	1,017	1,015	1,014	1,013	Mark
4	do.	15. Mai	60 cm	1,016	1,016	1,015	—	ganzes Internodium
5	Rumex confertus	19. Mai	88 cm	1,017	1,016	1,014	1,012	
6	Rumex acetosa	24. Mai	60 cm	1,017	1,017	1,016	1,014	der Spross ist in 4 Teile
7	Rumex sp.	26. Mai	160 cm	1,019	1,019	1,017	1,014	geteilt; I ist
8	Vitis riparia	3. Juni	68 cm	1,019	1,018	1,017	1,016	der jüngste
9	Menispermum canadense	30. Mai	88 cm	1,024	1,023	1,023	1,019	Teil.

3. Saft der Blätter, Blattstiele und benachbarter Teile.

Bei der Untersuchung des Saftes der Laubblätter musste unterschieden werden zwischen den eigentlichen lamellösen Blättern und den Succulenten. Während in den ersteren die Konzentration des Saftes von Blättern, die assimilieren und transpirieren, rein zum Ausdruck kommt, sind die letzteren zugleich Wasserreservoire und es wird notwendig zu erwarten sein, dass diese eine andere d. h. geringere Konzentration besitzen. Thatsächlich aber hat sich der Unterschied zwischen beiden Kategorien gar nicht so gross ergeben als man hätte erwarten mögen. Denn wie aus der Tabelle unter I ersichtlich ist, haben zwar Sedum und Kleinia eine etwas geringere Konzentration als wie bei lamellösen Blättern gefunden wird, während die übrigen succulenten Blätter sich in den Zahlen der gewöhnlichen lamellösen bewegen, die höchsten Zahlen

dieser lamellösen freilich nicht erreichen. Erklärlich wird bei näherer Überlegung diese Thatsache wohl dadurch, dass die Succulenten nicht bloss Wasser, sondern auch gelöste Stoffe speichern. Ganz besonders ist bekannt, dass in dieser Beziehung bei den Crassulaceen Kalkmalat eine bedeutende Rolle spielt.

Die lamellösen Blätter ergeben Zahlen, die nicht viel über denen des Stengels stehen, konstant aber doch etwas höher sind. So ist z. B. bei Menispermum canadense die Konzentration des Blattsaftes 1,029, die des obersten Stengels dagegen 1,024, der fast ausgewachsene Stengel hat sogar nur 1,019. Bei Sambucus nigra wiegt der Blattsaft 1,020, der des jüngsten Stengels 1,017, in den älteren Internodien 1,013[1]).

Solche Erfahrungen legten nahe zu untersuchen, wie sich die Konzentration des Saftes der Blattrippen bezw. Blattstiele und die den Blättern benachbarten Stengelteile zum Blattparenchym verhielten. In einer besonderen Tabelle sind bei zehn Pflanzen Blattfläche und Blattstiel verglichen und gleichmässig zeigt sich, dass der Blattstiel ansehnlich geringere Konzentration seiner Säfte zeigt gegenüber der Blattfläche.

Diese Thatsache wird noch sprechender beleuchtet, wenn man auch den Saft der benachbarten Stengelteile analysiert. Zu diesem Behufe wurden bei einer Anzahl Pflanzen nicht bloss Blattparenchym und Stiel, sondern auch von den Stengeln die Hälfte des über und unter dem Blatte sitzenden Internodiums untersucht. Und da zeigte sich, dass die Konzentration in absteigender Folge, Fläche zu Stiel und Stengel geht. Bei Sambucus nigra zum Beispiel war am 10. Juni das Gewicht in der Blattfläche 1,020, im Stiel 1,015 und in dem Stengel dagegen 1,013.

Es lässt sich nicht mit Bestimmtheit aussprechen, aber es liegt als Vermutung nahe, dass eine solche Konzentrations-

[1]) Ein ganz abnormes spezifisches Gewicht habe ich bei Paeonia officinalis gefunden. Dasselbe betrug am 5. Juni 1899 1,044. Diese Zahl steht so hoch über den übrigen, da die nächste Ziffer bei Heracleum nur 1,031 ist, dass ich in diesem Jahre (1900) noch einmal das Gewicht feststellte, aber thatsächlich genau dieselbe Zahl bekam. Welche Bedeutung diese Besonderheit von Paeonia haben mag, ist schwer zu sagen, sicher ist nur, dass in dem Saft sich sehr bedeutende Mengen reduzierender Substanz befinden.

verteilung bei der Regulierung der Konzentration des Parenchymsaftes eine Rolle spielen könnte. Zweifellos ist ja der Parenchymsaft durch die tägliche Transpiration am meisten Schwankungen ausgesetzt. Wenn auch die Wasserversorgung normalerweise wesentlich durch die Zuleitung des Bodenwassers mittels der Gefässbündel geschieht, so wäre doch am Ende nicht ausgeschlossen, dass Wassermitteilung von Parenchym zum Parenchym unter bestimmten Verhältnissen eintreten könnte. Die Richtung nach dem Blattparenchym wäre durch die hier gefundene Konzentrationsanordnung richtig gegeben.

Blattsaft.

I. Succulenten-Blätter.

Nr.	Name der Pflanze	Pflanzenteil	Spez. Gewicht	Bemerkungen
1	Sedum spurium	Blattfleisch	1,013	23. April
2	Kleinia repens	„	1,014	6. Juli
3	Sempervivum Haworthii	„	1,015	5. Juli
4	Sempervivum glutinosum	„	1,016	5. Juli
5	Cotyledon orbiculare	„	1,017	6. Juli
6	Aeonium dodecandrum	„	1,017	11. Juli
7	Crassula tetragona	„	1,023	10. Juli
8	Mesembryanthemum multiflorum	„	1,028	7. Juli

II. Lamellöse Blätter.

Nr.	Name der Pflanze	Pflanzenteil	Saftgewicht	Datum der Analyse
1	Rumex orientalis	Blattfleisch	1,015	4. Mai
2	Helianthus tuberosus	„	1,018	16. Juni
3	Bryonia dioica	„	1,018	18. Juni
4	Sambucus nigra	„	1,020	10. Juni
5	Beta trigyna	„	1,021	14. Juni
6	Dipsacus laciniatus	Blattfleisch der Wurzelblätter	1,023	2. Mai
7	Lonicera tatarica	Blattfleisch	1,025	25. April
8	Sambucus Ebulus	„	1,026	12. Juni
9	Menispermum canadense	„	1,029	9. Juni
10	Heracleum sp.	„	1,031	30. April
11	Paeonia officinalis	„	1,044	5. Juni

III. Blattstiel.

Nr.	Name der Pflanze	Pflanzenteil	Spez. Gewicht	Datum der Analyse
1	Heracleum sp.	Freier Blattstiel	1,011	30. April
2	Heracleum sp.	Zwischen den Fiedern	1,013	eodem
3	Rheumblattstiel	frei	1,0195	25. Oktober
4	Atropa Belladonna	„	1,0190	13. Oktober

Blattfläche und Blattstiel.

Nr.	Name der Pflanze	Zeit der Analyse	Saftgewicht		Bemerkungen
			Blattfläche	Blattstiel	
1	Rumex orientalis	4. Mai	1,015	1,012	
2	Bryonia dioica	18. Juni	1,018	1,014	Blattstiellänge 6 cm
3	Helianthus tuberosus	16. Juni	1,018	1,013	do. 10 cm
4	Sambucus nigra	6. Juni	1,019	1,015	do. 15 cm
5	Beta trigyna	14. Juni	1,021	1,019	do. 25 cm
6	Tropaeolum majus	30. Juni	1,025	1,021	
7	Sambucus Ebulus	12. Juni	1,026	1,021	
8	Menispermum canadense	9. Juni	1,029	1,019	do. 10 cm
9	Saxifraga crassifolia	8. Juni	1,029	1,023	do. 13 cm
10	Paeonia officinalis	5. Juni	0,044	1,042	do. 22 cm

Blattfläche, Stiel und Stengel.

Nr.	Name der Pflanze	Zeit der Analyse	Saftgewicht			Bemerkungen
			Blattfläche	Blattstiel	Stengel	
1	Atropa Belladonna	26. Juni	1,017	1,014	1,012	Stengelteil mit der Hälfte der ansitzenden Internodien.
2	Rheum undulatum	31. Mai	1,018	1,017	1,016	„
3	Sambucus nigra	10. Juni	1,020	1,015	1,013	„
4	Humulus Lupulus	28. Juni	1,028	1,023	1,020	„

4. Reservestoffbehälter.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, sind natürlich die hierhergehörigen Objekte alle im Reifen-, d. h. im Ruhezustand im Herbst und Winter untersucht. Die auffallendste Erscheinung, welche aus der Zusammenstellung hervorgeht, ist, dass das spez. Gewicht von dem geringsten bis zu den höchst erreichbaren wechseln kann. So haben wir bei den Knollen von Mirabilis 1,014, bei der weissen Rübe 1,016 und bei der Kartoffel 1,018. Diese geringen spez. Gewichte bei diesen bekannten Reservestoffbehältern können natürlich nicht so gedeutet werden, als ob diese Genannten sehr wenig, die mit hohem spez. Gewicht dagegen sehr hoch ausgebildete Reservestoffbehälter wären. Denn die Reservestoffbehälternatur spricht sich im spez. Gewicht nur dann aus, wenn der Reservekörper im gelösten Zustande ist. Nur dann fällt die Menge des Reservematerials auf unsere Wage. Die Kartoffelknolle ist so gut Reservestoffbehälter als die Topinamburknolle. In dem ersteren Falle aber ist der Reservestoff, weil fest, ohne allen Einfluss auf das Saftgewicht, im anderen bestimmt die Menge desselben das Gewicht. Es spricht sich bei der Kartoffelknolle separat aus, dass dieselbe sowohl Wasser- als Reservestoffbehälter ist. Dieselbe enthält im Mittel ungefähr 20% Stärke (Koenig, pag. 641) und insofern ist sie ein sehr wohl ausgestatteter Speicher für festes Kohlenhydrat. Diese Stärke liegt aber in einem Zellsaft, der nicht konzentrierter ist als der Saft succulenter Blätter oder von Blattrippen und Stengeln. Das gleiche gilt für die Behälter von Canna und Mirabilis, die gleichfalls grosskörnige Stärke enthalten.

Ganz anders verhält sich die Sache, wenn der Reservestoff sich in Lösung befindet. Bei Zucker- und Inulin haltigen Knollen war von vorneherein zu erwarten, dass der Saft eine hohe Konzentration zeige. In der That gehört die Zuckerrübe mit 1,074 und Helianthus tuberosus 1,077 zu den Behältern mit höchstem Saftgewicht. Auffallend geringer ist das Gewicht bei Dahlia (1,053) und nahe daran steht die rote Rübe mit 1,056. Die höchsten Gewichte aber wurden bei Schwarzwurzel, Meerrettich und Perlzwiebel gefunden, wo dasselbe auf 1,08 und 1,09

steigt. Leider erscheint in diesen Fällen der lösliche, das Gewicht bestimmende Körper nicht näher bekannt zu sein. Die Reaktion mit Fehling fielen nicht so aus, dass eine reduzierende Substanz als massgebend betrachtet werden dürfte. Die chemischen Analysen aber, die wir darüber zusammengestellt im Koenig, Nahrungsmittel, besitzen, sprechen im allgemeinen nur von N freien Extraktivstoffen. Diese werden allerdings bei den genannten Pflanzenteilen in ansehnlicher Menge angegeben, so beim Meerrettich mit 15,89% (Koenig pag. 709).

Beim Sellerie werden allerdings auch 11,03% Extraktivstoffe angegeben, während das spez. Gewicht nur zu 1,028 ermittelt wurde, dagegen hat die weisse Rübe mit ihrem Gewicht von 1,016 auch nur 5,89% Extraktivstoff.

Um wenigstens einiges zur Erklärung über den Inhalt bei diesen Behältern beizutragen, sind in folgendem einige mikroskopische Daten angefügt.

Bei dem Heranwachsen einer junge Knolle zur definitiven Ausbildung sind dem Vorstehenden gemäss offenbar zwei Fälle zu erwarten. Bei den Behältern mit gelöst bleibendem Reservestoff wird mit dem Heranwachsen die Konzentration auch wachsen. In der That zeigt z. B. die junge Kohlrabi im Mai 1,026, während die alte Knolle im Januar 1,035 zeigt.

Umgekehrt dagegen wird bei Behältern, deren Reservestoff sich fest ausscheidet, zu erwarten sein, dass mit dem Alter die Konzentration abnimmt. In der jungen Kartoffelknolle, die zuckerhaltig ist, fand ich das spez. Gewicht 1,021, die alte Knolle dagegen zeigte 1,019.

Reservestoffbehälter.

Nr.	Name der Pflanze	Pflanzenteil	Spez. Gewicht des Saftes	Besondere Bemerkungen und Zeit der Analyse
1	Mirabilis	Knolle	1,0143	Dezember. Eine 2. Mirabilis ergab 1,0166. Dzbr.
2	Weisse Rübe	Rübe	1,016	10. Januar

Nr.	Name der Pflanze	Pflanzenteil	Spez. Gewicht des Saftes	Besondere Bemerkungen und Zeit der Analyse
3	Solanum tuberosum	Knolle	1,018	14. Dezember, 50 g schwere einzige Knolle
4	Sauromatum pedatum	Knolle	1,025	18. Januar
5	Apium graveolens	Knolle	1,028	8. Januar
6	Daucus carota	Rübe	1,029	Kulturform, 20 cm lang, 15. Dzbr.
7	Erdkohlrabi	Knolle	1,031	12. Januar
8	Allium Cepa	Zwiebel	1,032	9. Januar
9	Petroselinum sativum	Knolle	1,033	11. Januar
10	Oberkohlrabi	Knolle	1,035	9. Januar
11	Dahlia variabilis	knollige Wurzel	1,053	14. Dezember
12	Rothe Rübe	Knolle	1,056	31. Oktober
13	Scorzonera hispanica	Rübenförmige Wurzel	1,071	8. Januar
14	Zuckerrübe	Rübe	1,074	27. Oktober
15	Helianthus tuberosus	Knolle	1,077	18. Dezember
16	Cochlearia Armoracia	Rhizom	1,081	11. Januar
	Junge Knollen:			
1	Perlzwiebel	Zwiebel	1,099	23. Mai. Junge Knollen.
2	Solanum tuberosum	Knolle	1,021	16. Mai. Junge Kartoffeln.
3	Kohlrabi	Knolle	1,026	17. Mai. Junge Knollen.

Mikroskopische Befunde.

Daucus: Die Rübe hat bekanntlich einen regelmässigen Bau mit parenchymatischem kräftigen Holzkörper und eine Rinde, welche etwa den Durchmesser des Holzkörpers hat. Der Saft wird, darnach zu schliessen, zu etwas grösseren Teil aus der Rinde stammen. Alle Parenchymzellen, welche Abstammung sie auch sein mögen, enthalten ausser dem bekannten Carotin individuell verschieden mehr oder weniger zahlreiche kleine Stärkekörnchen. Durch die üblichen mikroskopischen Reagentien lässt sich im Saft der Zellen kein besonderer Körper nachweisen. Makrochemisch lässt sich leichter als

mikroskopisch das Vorhandensein grosser Mengen direkt reduzierender Substanz konstatieren.

Erdkohlrabi: Der Querschnitt zeigt, dass nur eine dünne Rinde vorhanden ist und dass weitaus der grösste Teil des dicken Körpers aus dem fleischigen Holz gebildet wird. Das parenchymatische Holz und seine Markstrahlen liefern also die Hauptmasse des hergestellten Saftes. Im übrigen ist der Bau ein völlig regelmässiger.

Was den Inhalt anbelangt, so ist derselbe zunächst völlig wasserklar. Die nähere Untersuchung insbesondere die Jodreaktion zeigt, das kleine Stärkekörnchen allerdings in sehr geringer Zahl vorhanden sind. Der schwache Stärkegehalt ist auch makrochemisch sichtbar zu machen durch eine deutliche dunkle Färbung des Querschnittes besonders des Holzkörpers mittels Jodlösung. Auch die Oberkohlrabi hat wasserklaren Saft, ausser dem Zellkern und Plasmawölkchen waren keine Spuren von sonstigen körnigen Bildungen zu finden.

Sellerie. Die fleischige Knolle hat bekanntlich auch nur eine dünne Rinde, das fleischige Holz bildet die Hauptmasse. Die Jodreaktion im grossen am Querschnitt hat keine Wirkung, die Parenchymzellen zeigten ausser den gewöhnlichen Bestandteilen keine Spur von Stärke aber auch mit Fehling war im Extrakt weder direkt noch indirekt eine deutliche Reduktion zu gewahren.

Armoracia. Fehling gibt keine ausgesprochene Reduktion. Im übrigen hat das unregelmässig gebaute Rhizom in allen Teilen primäre und sekundäre Rinde, Holzkörper und Mark soviel vielkörnige Stärke, dass schon makroskopisch mit Jodlösung ganz besonders ausser- und innerhalb des Cambiums eine ansehnliche Blaufärbung hervortritt.

5. Der Saft der Früchte.

Die Liste über die Saftkonzentration der Früchte zeigt zunächst, dass dieselbe im Fruchtparenchym ausserordentlich verschieden sein kann. Die geringste Konzentration, wie sie sich beim Kürbis und Lycopersicum mit 1,013 und 1,014 darstellt, ist nicht grösser als im Parenchym succulenter oder lamellöser

Blätter. Ein Resultat, das man allerdings von vorneherein nicht erwartet, indem man gewöhnt ist, sich die Früchte mit allgemein höheren Konzentrationen vorzustellen. Freilich steigen nun bei der Weinbeere, dann bei der Kirsche und bei Berberis die Saftgewichte zu der höchsten Höhe, die überhaupt bei Pflanzensäften erreicht wird.

In den meisten Fällen erscheinen immerhin die Früchte mehr als Reservoire von Wasser als von Zucker, Säure oder organischen Salzen. Die oben angegebenen Saftkonzentrationen entsprechen nach Koenig zum Beispiel bei Lycopersicum einem Trockensubstanzgehalt von 5,65 und beim Kürbis einem solchen von 7,73. Wenn die Saftfrüchte in ihrer natürlichen Bestimmung Lockmittel darstellen, so bieten die Pflanzen in denselben offenbar vielmehr ein erfrischendes als ein besonders nährendes Lockungsmittel.

Der höchste Substanzgehalt erscheint in den künstlich gezüchteten Früchten und ist hier selbstverständlich Ziel der Kultur. So ist die Konzentration bei der Kirsche 2 bis 3 mal grösser als bei wildwachsenden, noch mehr stellt sich das bei der Weinbeere heraus, wenn die Mostgewichte als Saftgewichte gelten dürfen, so gibt es keine, welche diese erreichen, beim Rheinwein z. B. 1,1024 nach Koenig p. 855. Mittel aus 23 Analysen. Der Trockensubstanzgehalt wird im Mittel auf 17,70 festgestellt.

Es gibt freilich auch unter den wildwachsenden Früchten solche mit hohem spez. Gewicht, unter denen aus der Tabelle Berberis mit 1,073 und Lonicera tatarica nach Kraus mit 1,080 erscheint. Bei Berberis dürfte nach Rochleder Äpfelsäure und ihre Salze massgebend sein, während für Lonicera charakteristische Inhaltskörper nicht festgestellt sind.

Dass die Höhe des Saftgewichtes mit der Länge der Reifezeit der Früchte verschiedener Pflanzenspezies im Zusammenhang stehen, lässt unsere Liste nicht erkennen. Dass aber bei derselben Pflanze ein solches Verhältnis statthaben kann, ist a priori anzunehmen. Selbstverständlich dürfte für alle unsere Früchte anzunehmen sein, dass der Gehalt an Festsubstanz mindestens soweit es sich um Kohlenhydrate handelt, durch die Thätigkeit nicht der Frucht, sondern der umgebenden

Blätter bestimmt wird, indem ohne Zweifel, was Müller-Thurgau für die Weinbeere festgestellt hat auch für andere Beerenfrüchte gelten wird: „Dass durch Assimilation der Beeren verhältnismässig sehr geringe Mengen von Kohlenhydraten hergestellt werden". „Dass die Beeren nicht allein denjenigen Zucker von den Blättern beziehen, wenn er sich zur Zeit der Reife in ihnen vorfindet, sondern auch die gewiss nicht unbeträchtlichen Mengen, welche sie während des ganzen Reifevorgangs verathmen" (Müller-Thurgau auf dem Weinbaukongress in Dürkheim 1882). Dagegen ist es eine ungelöste Frage, wie weit die Sonderstoffe, insbesondere die Pflanzensäuren, die eine Frucht charakterisieren autochthon oder beigeleitet sind.

Saftgewicht der Früchte.

Nr.	Name der Pflanze	Saftgewicht	Bemerkungen
1	Cucurbita melanosperma	1,013	Fruchtparenchym eines überwinterten Kürbis. 24. April 1899.
2	Solanum Lycopersicum	1,014	Im Garten gezogene Frucht. 17. Juli 1899.
3	Cucurbita maxima	1,020	wie Nr. 1.
4	Atropa Belladonna	1,025	Aus dem botanischen Garten. 24. Oktober.
5	Vaccinium Myrtillus	1,026	Käufliche Früchte. 13. Juli.
6	Physalis Alkekengi	1,037	Aus dem botanischen Garten. 6. November.
7	Ribes rubrum	1,037	Käufliche Früchte. 12. Juli.
8	Mespilus germanica	1,041	Käufliche Früchte. 8. Januar.
9	Ligustrum vulgare	1,041	Aus dem botanischen Garten. 23. Oktober.
10	Citrone	1,043	Das Saftgewebe der käuflichen Früchte. 23. Oktober.
11	Birne	1,044	10. November.
12	Apfel	1,048	18. Dezember
13	Sambucus nigra	1,052	Aus dem botanischen Garten. 30. Oktober.
14	Prunus avium	1,064	Käufliche Früchte. 15. Juli.
15	Vitis vinifera	1,069	Vom Würzburger Markte.
16	Berberis vulgaris	1,073	Aus dem botanischen Garten. 3. November.
17	Lonicera tatarica	1,080	Nach Kraus, Wasservert. II, S. 13.

6. Saftkonzentration und Transpiration.

Die jemalige Konzentration des Zellsaftes ist natürlich das Resultat aus dem Verhältnis der Wasser-Zu- und Abführungs-Kräfte in der Zelle. Wir haben oben erwähnt, wie ausserordentlich verdünnt das Bodenwasser gegenüber dem Zellwasser erscheint. Die Zufuhr des Wassers aus der Wurzel bezw. aus dem Boden muss daher notwendig zu einer Verdünnung des Zellsaftes führen. Unter den Wasser abführenden Kräften, welche demnach die Saftkonzentration erhöhen, kommt keine an Bedeutung der Transpiration gleich.

Es wäre demnach eine lohnende Aufgabe, des näheren zu untersuchen, welchen Einfluss die eben genannten beiden Faktoren Wasserzufuhr von der Wurzel und Wasserabfuhr durch die Transpiration auf die Saftkonzentration üben. An sich genommen wäre es ja eine Möglichkeit, dass die beiden Kräfte sich fortwährend das Gleichgewicht hielten und dass unter normalen Verhältnissen die Wasserzufuhr und Wasserabgabe gleich gross und demnach eine Veränderung der Konzentration ausgeschlossen sei. Aber die verschiedensten bekannten Erscheinungen, unter denen bloss auf die tägliche Schwellungsperiode hingewiesen werden soll, machen das Vorhandensein eines solchen Zustandes absolut unwahrscheinlich. Nach allen Erfahrungen ist doch zu erwarten, dass am Tage die Wasserabfuhr überwiegend werde und dass demnach eine Konzentrierung des Zellsaftes bei Tag stattfindet und dass sich in der Nacht der Zustand wieder ausgleicht.

In der Tabelle ist das Resultat von Untersuchungen über die Konzentration des Zellsaftes zu verschiedenen Tageszeiten zusammengestellt. Um genaue Resultate zu erhalten, wurden von grossblätterigen Pflanzen (Rheum, Rumex, Buphthalmum, Heracleum), die im Freien und an sonniger Stelle standen, eine grössere Anzahl Blätter ausgewählt und immer mit Blatthälften operiert. Dass die stehenbleibenden Blattmittelrippen nicht abnorm verdunsteten, wurden die Wundflächen mit Vaselin sorgfältig bestrichen. Die Blatthälften wurden teils morgens um 6 Uhr, teils nachmittags 3 Uhr, teils abends 6 Uhr analysiert. Das Resultat spricht sich ganz klar in den erhaltenen

Zahlen aus: Die Saftkonzentration nimmt am Mittag ab und erreicht gewöhnlich am Abend wieder den Zustand vom Morgen. Genau ist dies bei Rheum und Buphthalmum der Fall, während bei Rumex am Abend die Konzentration noch höher als am Morgen war.

Dass ein derartiger Gang der Konzentration am einfachsten sich aus dem Zusammenwirken beider obengenannter Faktoren erklärt, liegt auf der Hand.

Ich habe aber auch Versuche angestellt, welche beweisen, dass aussergewöhnliche Wasserzufuhr bei Tag bewirkt, dass die Saftkonzentration unverändert bleibt. Es ist mit einem Worte möglich durch Begiessen einer Pflanze im Beginn der Transpirationszeit die Konzentration des Zellsaftes durch Transpiration mittels extraordinärer Wasserzufuhr zu paralysieren. Dies ergibt sich aus der kleinen 2. Tabelle.

Bei meinen Versuchen wurde, nachdem morgens 10 Uhr die Konzentration festgestellt war, die Versuchspflanze eine halbe Stunde lang durch angelegten Schlauch bewässert. Wie man sieht, ist bei dieser Prozedur nachmittags 3 Uhr die Konzentration des Zellsaftes noch dieselbe wie bei Beginn des Versuches.

Saftkonzentration während der Transpiration der Pflanzen.

Namen der Pflanze	Datum der Analyse	Zeit der Ausführung			Bemerkungen
		Morgens 6 Uhr	Mittags 3 Uhr	Abends 6 Uhr	
Blätter von Rheum officinale	8. Juni	1,015	1,018	1,015	Blattfleisch ohne Rippen
Blätter von Rumex alpinus	8. Juni	1,017	1,021	1,019	„
Blätter von Buphthalmum speciosum	11. Juni	1,015	1,019	1,015	„
Blätter von Heracleum pubescens	11. Juni	1,029	1,034	1,028	„

Saftkonzentration der Pflanzen während der Transspiration nach halbstündigem Begiessen derselben mit Wasser.

Namen der Pflanze	Datum der Analyse	Zeit der Ausführung		Bemerkungen
		Morgens 10 Uhr	Mittags 3 Uhr	
Blätter von Rheum officinale	12. Juni	1,015	1,015	Blattfleisch ohne Rippen
Blätter von Rumex alpinus	12. Juni	1,019	1,018	„
Blätter von Buphthalmum speciosum	13. Juni	1,015	1,015	„
Blätter von Heracleum pubescens	13. Juni	1,031	1,031	„

7. Welkversuche.

Ich habe bei einer Anzahl Pflanzen Versuche darüber angestellt, welchen Einfluss das Welken der Blätter auf die Konzentration des Zellsaftes im Blattparenchym ausüben mag.

Wenn Blätter welken, so geben dieselben so viel Wasser durch Transpiration ab, dass der Turgor der lebendigen Zelle aufgehoben ist. Dass unter diesen Verhältnissen der Zellsaft konzentrierter wird, versteht sich von selbst. Es war die Frage, wie weit sich letzteres als Thatsache nachweisen lässt und wie weit die Konzentration sich vergrössert, insbesondere ist es eine interessante Frage, wie weit die durch das Welken bewirkte Konzentration gehen darf, ohne dass das Organ Schaden leidet. Denn es ist klar, dass bei einer bestimmten Konzentration schliesslich durch die Salzlösung eine Schädigung des Protoplasmas und der Chlorophyllkörner eintreten muss.

Hatten verwelkte Blätter aber nicht Schaden genommen so mussten dieselben, in Wasser gestellt, wiederum sich erholen. Es war auch zu untersuchen, wie die Konzentration bei wieder frisch gewordenen Blättern sich verhält.

Methode: Dem Freien entnommene frische und turgescente Blätter wurden gewogen und darauf im schattigen Zimmer oder auch am Fenster frei hingelegt, bis sie schlaff zu werden begannen. Selbstverständlich waren die Blattstiele mit Vaselin verkittet. Das nach bestimmter Zeit vorgenommene Wiederwägen ergab die Abnahme an Wasser absolut und prozentisch. Von einem Teil dieser gewelkten Blätter wurde das Saftgewicht bestimmt, der andere Teil in Wasser gestellt und sein Wiedersteifwerden erwartet, darauf auch von diesem das Saftgewicht wieder bestimmt.

Ein weiterer Teil der Blätter wurde länger welken lassen und gleich behandelt, die Dauer des Welkens immer weiter verlängert, bis schliesslich der Punkt erreicht war, wo die in Wasser gestellten Blätter sich nicht mehr erholten, demnach die Blätter durch das Welken getötet waren. Es sollte hiermit die tödliche Saftkonzentration ermittelt werden.

Es sind zwar nur wenige Versuche. Die erhaltenen Resultate erscheinen gleichwohl an allgemein brauchbaren Wert.

Es hat sich ergeben erstens: Die welken Blätter waren im stande, so lange sich zu erholen, als durch das Welken die Saftkonzentration nicht höher geworden war als sie bei gewöhnlichen lamellösen Blättern zu sein pflegt. Die Tabelle über den Blattsaft lamellöser Blätter, wie sie oben gegeben ist, zeigt, dass Zahlen wie 1,025 bis 1,031 bei unseren krautartigen Blättern gewöhnlich vorkommen, doch immerhin schon höhere sind. Also zum Beispiel etwa 1,027. Nur in einem einzelnen Falle (Buphthalmum) erholte sich die Pflanze noch bei 1,034. Zweitens: Das Straffwerden der Blätter erfolgt, soweit meine Versuche blicken lassen, nicht etwa nach Annahme eines für die Pflanze konstanten spezifischen Gewichtes, sondern die länger gewelkten Blätter erstraffen schon bei einer stärkeren Konzentration als die kürzer gewelkten.

1. Buphthalmum speciosum. Versuch 21. Juli.

Anzahl der Blätter	Frisch-gewicht in g	Dauer des Welkens	Gewichtsverlust in Gramm	Gewichtsverlust in Prozenten	Spez. Gewicht des gewelkten Blattes	Spezifisches Gewicht des wieder erholten Blattes
6 Blätter	196	7 Stunden	30	15,30	1,018	1,013
6 Blätter	203	8 „	35	17,24	1,029	1,025
6 Blätter	220	10 „	47	21,36	1,034	1,027
10 Blätter	271	18 „	109	40,22	1,040	tot.

2. Cucurbita maxima. Versuch 25. Juli.

6 Blätter	247	7 Stunden	60	24,29	1,023	1,015
6 Blätter	198	8 „	38	19,19	1,026	1,019
10 Blätter	360	15 „	76	21,11	1,038	tot.

3. Rumex alpinus. Versuch 26. Juli.

8 Blätter	160	7½ Stund.	50	31,25	1,015	1,012
8 Blätter	164	8½ „	47	28,65	1,025	1,014
12 Blätter	257	17 „	92	35,79	1,034	tot.

4. Nicotiana sp. Versuch 3. August.

11 Blätter	213	8 Stunden	57	26,76	1,035	1,028
11 Blätter	255	22 „	40	15,68	1,027	1,023
14 Blätter	242	54 „	76	31,40	1,044	tot.

8. Der Zellsaft sommerlicher und herbstlicher Blätter.

Nr.	Namen der Pflanze	Saftkonzentration. Sommer.	Saftkonzentration Herbst
1	Sambucus nigra	6. Juni 1,019 10. Juni 1,020	26. Oktober 1,056
2	Menispermum canadense	9. Juni 1,026 12. Juni 1,029	30. Oktober 1,051
3	Sambucus Ebulus	12. Juni 1,026	31. Oktober 1,052
4	Atropa Belladonna	26. Juni 1,017	30. Oktober 1,051

In der vorstehenden Tabelle tritt eine ganz unerwartete Thatsache hervor, dass nämlich die Konzentration des Parenchymsaftes des Herbstblattes vor dem Abfallen doppelt so gross ist als wie im Sommer, ja fast das dreifache an Konzentration erreichen kann (Sambucus). Unerwartet deshalb, weil man zunächst daran denkt, dass im Herbst die Blätter sich entleeren und deswegen auch an löslichen Stoffen doch eigentlich ärmer werden sollten. So frappant die Thatsache im ersten Moment erscheint, um so begreiflicher wird sie, wenn man die stofflichen Vorgänge beim Blattfall wie sie schon seit langer Zeit studiert sind, ins Auge fasst. Es ist sicher, dass die wertvollen Bestandteile der Blätter vor dem Abfall in die überlebenden Pflanzenteile zurückgeleitet werden. Es ist ebenso selbstverständlich, dass dieselben zu diesem Zwecke vorher in Lösung übergehen müssen und es spricht sich offenbar in dieser höheren herbstlichen Konzentration der Zustand aus, wo dieses der Fall ist.

Ob an der höheren Konzentration des Zellsaftes sich auch die Alkalien und die Phosphorsäure beteiligen, deren Auswanderung seiner Zeit zuerst von Philipp Zöller bei den Buchenblättern nachgewiesen wurde (Liebig, Agrikulturchemie Band II Seite 369), mag dahin stehen. Zweifellos aber müssen die Kohlenhydrate speziell die Stärke, deren Lösung im herbstlichen Blatt stattfindet, hier in Frage kommen.

Es ist interessant, eine Beobachtung von Sachs, die derselbe bei der Entleerung der Herbstblätter an Sambucus nigra gemacht hat, hier wörtlich anzuführen: „Bei Sambucus nigra enthalten die grünen Blätter im September Stärke in den Chlorophyllkörnern. Am 18. Oktober waren die letzteren bei grünen Blättern noch vollkommen erhalten, enthielten aber in den Zellen der Unterseite keine Stärke mehr, in denen der Oberseite nur sehr wenige.“ Schöner könnte die Beobachtung von Auflösung der Stärkekörner und die Zunahme der Saftkonzentration kaum zusammentreffen als bei unserem Sambucus.

Schliesslich muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass sich dieses Verhältnis der Saftkonzentration selbst bei Blattstielen findet. Bei Atropa Belladonna fand ich den Blattstielsaft am 26. Juni zu 1,014 und am 13. Oktober zu 1,019 und in

analogerweise bei Rheum am 31. Mai zu 1,017 und am 25. Oktober zu 1,0195. Die Differenzen sind hier nicht so gross wie in der Blattfläche, aber wie man sieht gleichsinnig und deutlich.

9. Saftkonzentration und Überwinterung.

Bekanntlich hat die aus Sibirien stammende Saxifraga crassifolia handgrosse fleischige Blätter, die im Sommer durch ihre tiefgrüne Farbe und im Winter durch purpurrote auffallen. Es gibt kaum eine Pflanze bei uns, die so gutes Material bietet, um eine Untersuchung anzustellen über das Verhältnis der Saftkonzentration während Sommer und Winter, während Vegetations- und Ruhezeit.

Die Analyse des Saftgewichtes dieser Pflanze hat zu einem ganz interessanten und wie es scheint biologisch wertbaren Resultat geführt.

Zeit der Analyse	Saftgewicht	Bemerkungen
8. Juni	1,029	
2. November	1,055	
17. Januar	1,0665	Analyse von Kraus (Physiologie des Gerbstoffs 1889, S. 21).

Die vorstehende Liste zeigt, dass das Saftgewicht im Sommer erheblich geringer ist als im Winter. Dass die im Anfange des Winters gefundene Zahl gegenüber der Sommerziffer kein Zufall ist, zeigt die Übereinstimmung der letzteren mit den sonstigen Sommerzahlen. Die grössere Winterzahl aber ist schon durch eine Angabe von Kraus festgestellt, der dieselbe im Januar sogar höher gefunden.

Vielleicht darf man annehmen, dass diese Erhöhung des Saftgewichtes in den überwinterten Blättern auch bei anderen Pflanzen eintritt und eine allgemeine Erscheinung ist, leider stehen darüber keine weiteren Zahlen zu Gebote; aber andere anatomische Erfahrungen deuten darauf hin. Denn es ist be-

kannt, dass im Winter der Saftraum vieler immergrüner Blattparenchymzellen öltropfenartiges Aussehen darbietet. Zumal dann, wenn wie häufig die betreffenden Parenchyme Gerbstoffe enthalten.

Wenn nach den bekannten Untersuchungen nach Rüdorff mit dem Wachsen der Konzentration einer Salzlösung die Schwierigkeit des Gefrierens wächst, so hätten wir in dem Auftreten einer höheren Winterkonzentration ein Mittel zu sehen, mit dem sich die Pflanze in genannter Richtung schützt.

10. Wurzelsaft und Bodenwasser.

Die Aufnahme des Wassers aus dem Boden durch die Wurzelhaare geschieht, soweit unsere Kenntnisse reichen, zunächst nach den Gesetzen der Osmose und setzt voraus, dass der Zellsaft eine höhere Konzentration hat als das umgebende Wasser im Boden. Wo das Bodenwasser salzreich erscheint, hat die Pflanze mit Schwierigkeiten in der Aufnahme des Wassers zu kämpfen und Salzpflanzen haben aus diesem Grunde xerophytischen Bau.

Eine Analyse des Inhalts der Wurzelhaare nach unserer Methode dürfte schwerlich auszuführen sein. Bei der Perlzwiebel habe ich jedoch Verhältnisse gefunden, die, wie mir scheint, der Frage etwas näher zu treten erlauben, wie sich die Saftkonzentration der Wasser aufnehmenden Wurzel zum Bodenwasser verhält. Diese Pflanze besitzt nämlich nicht die bekannten fleischigen oft mehrere Millimeter dicken Wurzeln der gewöhnlichen Zwiebeln, sondern lauter haarfeine verästelte Würzelchen, die offenbar ausschliesslich der Wasseraufnahme dienen. Eine sorgfältige Saftbestimmung ergab das Gewicht dieser Wurzeln zu 1,015. Die Analyse wurde wiederholt, die Trockengewichtsbestimmung, ebenso zweimal ausgeführt, ergab aus naheliegenden Zahlen 2,35 % Trockensubstanz. Es ist oben schon aus der Pfeffer'schen Physiologie angeführt, dass das Bodenwasser im Durchschnitt 0,01 bis 0,03 % festen Rückstand gibt. Wir haben also hier zahlenmässig belegt die Thatsache, dass der Zellinhalt 100 mal konzentrierter als das Bodenwasser erscheint.

Methode.

Das eigentliche Ziel bei meinen Untersuchungen war Säfte zu gewinnen, die möglichst den Zellsaft einzelner gleichartiger Gewebe darstellen. Absolut genau dürfte das in den allerwenigsten Fällen auszuführen möglich sein. Gleichwohl ist es möglich, Gewebemassen zu isolieren, die so sehr aus gleichartigen Zellen bestehen, dass Beimengungen des Inhalts heterogener Zellen als nicht vorhanden angesehen werden können. Wenn man die Blätter von Succulenten wie z. B. Sempervivum, Sedum, Mesembryanthemum, Aeonium, Cotyledo auspresst, so ist gewiss der Saft der Inhalt möglichst homogener Zellen, denn in all diesen Fällen sind die saftgebenden Zellen des zwischen der oberen und unteren Epidermis liegenden Parenchyms fast völlig gleich. Aber auch wenn man von gewöhnlichen grösseren Blättern das Parenchym möglichst von den grösseren Rippen befreit, so dürfte aus den feinen Adern kaum eine erwähnungswerte Saftmenge zu den Chlorophyllparenchymsaft hinzutreten. Bei dicken Blattrippen, von Blattstielen findet ein ähnliches statt, selbst wenn man markreiche Stellen im ganzen verarbeitet, dürfte das Rindenparenchym kaum eine wesentliche Alteration des Marksaftes hervorrufen.

In diesem Sinne ist, wie ich hoffe mit Recht, in der Untersuchung von einem einheitlichen Zellsaft die Rede.

Die Herstellung des Saftes war eine einfache und selbstverständlich den Verhältnissen angepasst, wurden alle Kautelen zur Vermeidung von Fehlern soweit wie möglich, angewendet.

Dass nur frisches Material, dass nur vollständig reine, dass insbesondere vollständig trockene, äusserlich reine Pflanzenteile zur Verwendung kamen, versteht sich von selber. Nasse Blätter wurden genau abgetrocknet und eventuell durch kurzes Liegen an der Luft den natürlichen Verhältnissen angepasst. Das Material wurde immer sogleich frisch in Verwendung genommen. Das der Regel nach kleingeschnittene Material wurde in einem Porzellanmörser mit rauhem Boden möglichst fein zerrieben, fleischige Teile konnten eventuell auf dem Reibeisen passend zerkleinert werden. In allen Fällen wurde aus dem Material ein gleichmässiger Brei hergestellt. Dieser wurde

dann mittels eines trockenen Koliertuches mit der Hand solange als überhaupt noch Saft zu gewinnen war, abgepresst.

Der so erhaltene Saft „Rohsaft“ war selbstverständlich nur in den wenigsten Fällen klar. Bekanntlich ist das z. B. bei Rheum oder Crassulaceenblätter der Fall. Derselbe war milchig getrübt bei Cochlearia, Scorzonera, rot gefärbt bei Fruchtsäften wie bei Ribes rubrum, Prunus avium, Vaccinium Myrtillus, Berberis u. s. w., orange bei Physalis Alkekengii, gelblichrot bei Lycopersicum, durch Carotin gelb gefärbt bei Daucus Carota, bei Anthocyan haltigen Pflanzenteilen (Herbstblätter von Saxifraga crassifolia) schön rot gefärbt, an der Luft rasch gebräunt bei Sambucus, Atropa Belladonna, Menispermum canadense. Die meisten Säfte dagegen hatten durch ihren Chlorophyllgehalt eine grünlichgelbe und grünliche Farbe. Es ist zweckmässig, auch von diesem Rohsaft das spez. Gewicht zu bestimmen.

Es hat sich ganz allgemein gezeigt, dass derselbe höher erscheint, als das des Reinsaftes, dass sich insbesondere andere Gesichtspunkte bei Vergleichen der Roh- und Reinsäfte nicht ergaben, und sind daher in der Arbeit die eruierten Rohsaftgewichte nicht mit aufgenommen worden.

Zum Zwecke der Klärung diente ausschliesslich Filtration bei der natürlich Verdunstung u. s. w. möglichst verhütet wurde. War beim einmaligen Filtrieren der Saft nicht klar, so wurde eventuell ein zweites- oder drittesmal filtriert. Die Angaben der Arbeit beziehen sich alle auf solche vollständig wasserklar hergestellte Säfte.

Dass durch Kochen eventuell Säfte auch sehr leicht klar gemacht werden können, ist bekannt. Die Methode wurde wiederholt angewendet, doch hat sich gezeigt, dass die Säfte auf diese Weise stets eine höhere Konzentration erhielten. Dass diese erhöhte Konzentration ein Kunstprodukt, indem für unsere Zwecke unbrauchbar ist, versteht sich demnach von selbst. Nur wenn bei einzelnen Säften wie z. B. Cucurbita, Heracleum, Beta, Rumex, auch durch Filtration nicht vollständige Klarheit erzielt wurde, habe ich zur vollständigen Klärung kurzes Kochen angewendet.

Um zu zeigen, wie sich die spezifischen Gewichte von Rohsaft, Reinsaft, gekochtem gegen einander verhalten, will ich eine Anzahl Beispiele anführen.

Frucht von Cucurbita melanosperma.

Rohsaft 1,0155
Reinsaft 1,0135
gekocht 1,0146.

Blätter von Sempervivum glutinosum.

Rohsaft 1,017
Reinsaft 1,016
gekocht 1,018.

Blätter von Sempervivum Haworthii.

Rohsaft 1,017
Reinsaft 1,015
gekocht 1,019.

Blätter von Cotyledo orbiculare.

Rohsaft 1,019
Reinsaft 1,017
gekocht 1,020.

Blätter von Kleinia repens.

Rohsaft 1,017
Reinsaft 1,014
gekocht 1,016.

Gleichwohl gab es eine ganze Reihe von Säften, die für die Untersuchung unbrauchbar waren, weil dieselben durch ihren Schleimgehalt eine genauere Gewichtsbestimmung nicht zuliessen. Von hierher gehörigen Pflanzen will ich erwähnen: Althaea rosea, Allium sativum, Ampelopsis quinquefolia, Asparagus officinalis, Caccinia strigosa. Curcuma longa, Oenothera biennis, Solanum dulcamara, Symphoricarpus racemosus, Testudinaria rupicola.

Die Bestimmung des spez. Gewichtes geschah mit der Mohrschen Wage. Zur Aufnahme der zu bestimmenden Säfte diente ein kleiner Glascylinder, der ca. 20 ccm fasste. Um ge-

naue Bestimmungen zu bekommen, markierte ich den Glascylinder mittelst eines Papierstreifens. Dadurch wurde angezeigt, wie tief der Senkkörper jedesmal eintauchte und wie weit der Cylinder zu füllen war. Auch musste darauf geachtet werden, dass die zu vergleichenden Flüssigkeiten gleiche Temperaturen hatten.

Lebenslauf.

Ich, Gustav Walck, wurde geboren am 9. Mai 1873 in New-York als Sohn des Feinbäckereibesitzers Karl Walck und seiner Ehefrau Lydia, geb. Wiessner. Meine Konfession ist die katholische. Nachdem ich in Speyer a. Rh. die Volksschule, Lateinschule und das humanistische Gymnasium besucht hatte, widmete ich mich der pharmazeutischen Laufbahn. Im Sommersemester 1897 wurde ich an der Kgl. Universität Würzburg immatrikuliert. Nach bestandenem Approbationsexamen im Anfang des Wintersemesters 1898/99 setzte ich das Studium der Botanik fort und war bis Ende des Sommersemesters 1900 im botanischen Institut thätig, woselbst ich auch unter Herrn Prof. Dr. Kraus meine Dissertation arbeitete. Während meiner Studien besuchte ich Vorlesungen bezw. Laboratorien der Herren Professoren: Dr. A. Hantzsch, Dr. G. Kraus, Dr. L. Medicus, Dr. W. C. Röntgen, Dr. W. Wien, Dr. W. Wislicenus, sowie der Herren Dozenten: Dr. A. Dieudonné und Dr. P. Hauptfleisch.

Auch an dieser Stelle will ich nicht versäumen, allen meinen verehrten Lehrern für das mir stets bewiesene Wohlwollen meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.